

#4 DJ 4-7-02  
Priority Papers

Attorney Docket No. 1293.1314

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:

Seong-il CHO et al.

Application No.: Unassigned

Group Art Unit: Unassigned

Filed: December 28, 2001

Examiner: Unassigned

For: ECCENTRICITY COMPENSATION APPARATUS BASED ON FREQUENCY RESPONSE  
CHARACTERISTICS OF AN ACTUATOR OF A DISK DRIVE SERVO SYSTEM



**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF PRIOR FOREIGN  
APPLICATION IN ACCORDANCE  
WITH THE REQUIREMENTS OF 37 C.F.R. § 1.55**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

In accordance with the provisions of 37 C.F.R. § 1.55, the applicant(s) submit(s)  
herewith a certified copy of the following foreign application:

Patent Application No. 2000-86283

Filed: December 29, 2000

It is respectfully requested that the applicant(s) be given the benefit of the foreign filing  
date(s) as evidenced by the certified papers attached hereto, in accordance with the  
requirements of 35 U.S.C. § 119.

Respectfully submitted,

STAAS & HALSEY LLP

Date: December 28, 2001

By: James G. McEwen

James G. McEwen  
Registration No. 41,983

700 11th Street, N.W., Ste. 500  
Washington, D.C. 20001  
(202) 434-1500

대한민국 특허청  
KOREAN INDUSTRIAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Industrial  
Property Office.

출원번호 : 특허출원 2000년 제 86283 호  
Application Number

출원년월일 : 2000년 12월 29일  
Date of Application

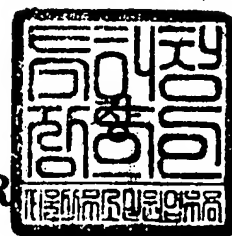
출원인 : 삼성전자 주식회사  
Applicant(s)



2001      02      10  
년      월      일

특      허      청

COMMISSIONER



【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0027
【제출일자】	2000. 12. 29
【국제특허분류】	C05B
【발명의 명칭】	디스크 드라이브 시스템의 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치
【발명의 영문명칭】	Eccentricity compensation apparatus using frequency response characteristics of an actuator for a disc drive servo system
【출원인】	
【명칭】	삼성전자 주식회사
【출원인코드】	1-1998-104271-3
【대리인】	
【성명】	이영필
【대리인코드】	9-1998-000334-6
【포괄위임등록번호】	1999-009556-9
【대리인】	
【성명】	최흥수
【대리인코드】	9-1998-000657-4
【포괄위임등록번호】	1999-009578-0
【대리인】	
【성명】	이해영
【대리인코드】	9-1999-000227-4
【포괄위임등록번호】	2000-002816-9
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조성일
【성명의 영문표기】	CHO, Seong Il
【주민등록번호】	710513-1953111
【우편번호】	152-051
【주소】	서울특별시 구로구 구로1동 구일중앙하이츠아파트 2동 1106호
【국적】	KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

서중언

**【성명의 영문표기】**

SE0, Joong Eon

**【주민등록번호】**

590426-1845812

**【우편번호】**

437-082

**【주소】**

경기도 의왕시 내손2동 633 대우아파트 7동 108호

**【국적】**

KR

**【발명자】****【성명의 국문표기】**

정수열

**【성명의 영문표기】**

JUNG, Soo YuI

**【주민등록번호】**

630913-1105910

**【우편번호】**

435-042

**【주소】**

경기도 군포시 산본2동 1084-2번지 301호

**【국적】**

KR

**【심사청구】**

청구

**【취지】**

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이영필 (인) 대리인  
 최홍수 (인) 대리인  
 이해영 (인)

**【수수료】****【기본출원료】**

12 면 29,000 원

**【가산출원료】**

0 면 0 원

**【우선권주장료】**

0 건 0 원

**【심사청구료】**

3 항 205,000 원

**【합계】**

234,000 원

**【첨부서류】**

1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 디스크 구동 서보 시스템의 편심 보정에 관한 것으로서, 디스크상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드의 위치를 결정하는 액츄에이터를 구동하기 위한 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치는, 디스크 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 오차(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단; 오차 검출 수단으로부터의 위치 에러값을 받아 헤드의 실제 위치를 변경하여 위치 에러를 보상하는 제1보상제어부; 디스크를 회전시키는 스피ن들의 위상에 따라 위치 에러를 보상하는 액츄에이터의 제2의 구동 제어값을 생성하여 출력하는 제2보상제어부; 디스크의 재생속도에 따라 제2보상제어부로부터 출력되는 구동 제어값의 크기와 위상을 조정하여 출력하는 이득/위상 조정부를 포함하고, 제1보상제어부와 이득/위상 조정부로부터 각각 출력되는 신호들이 합해져서 액츄에이터의 구동신호가 됨을 특징으로 한다.

본 발명에 따르면, 디스크의 재생 속도 변화시 특정한 재생 속도하에서 편심 보정을 위해 예측된 액츄에이터의 구동 제어값을 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 보상해 줌으로써 한 번 예측된 제어값을 그대로 이용하여 변화된 재생 속도하에서도 간단하게 편심 보정을 수행할 수 있다.

**【대표도】**

도 2

**【명세서】****【발명의 명칭】**

디스크 드라이브 시스템의 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치  
{Eccentricity compensation apparatus using frequency response characteristics of an actuator for a disc drive servo system}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1은 종래의 편심 보정을 위한 디스크 드라이브 서보 시스템의 일예를 도시한 것이다.

도 2는 본 발명에 사용된 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치의 구성 블록도이다.

도 3(a) 및 도 3(b)는 주파수에 따른 액츄에이터의 응답 특성의 일례를 도시한 그래프이다.

**【발명의 상세한 설명】****【발명의 목적】****【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】**

<4> 본 발명은 디스크 드라이브 서보 시스템에서의 편심 보정에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 디스크의 재생 속도 변화시 특정 재생 속도에서 예측된 편심 보정을 위한 액츄에이터의 구동 제어값을 유지한 채, 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 액츄에이터의 구동 제어값의 위상 및 크기를 보상하는, 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치에

관한 것이다.

- <5> 디스크 드라이브 시스템에서 발생하는 편심은 디스크를 회전시키는 스피들의 회전축과 디스크의 트랙 중심이 일치하지 않음으로써 나타나는 현상이다. 이러한 편심은 디스크 드라이브 시스템의 주요한 주기적 외란 성분으로 작용하여 트랙 추종 성능을 크게 저하시킨다. 특히 디스크의 재생속도가 높아질수록 편심의 영향은 더욱 커지게 되므로 고배속에서 트랙을 정확하게 추종하기 위해서는 이러한 편심을 효과적으로 보상해야만 한다. 지금까지 이러한 편심 보상을 위해 여러가지 방법이 구현되어져 왔다.
- <6> 도 1은 종래의 편심 보정을 위한 디스크 드라이브 서보 시스템의 예를 도시한 것으로서, 광학계(100), 피드백 제어기(110), 피드포워드 룩업테이블(120) 및 액츄에이터(130)를 포함한다. 광학계(100)는 액츄에이터(130)의 변위로 나타나는 디스크 상의 실제 위치와 디스크 상의 기준 위치  $d(t)$ 의 오차를 검출하는 수단으로 검출된 오차  $e(t)$ 를 출력한다. 피드백 제어기(110)는 오차 신호  $e(t)$ 에 따른 보상 제어를 수행하고 그 결과에 따른 액츄에이터 구동 제어값  $U_{fb}(t)$ 를 출력한다. 피드포워드 룩업테이블(120)은 편심 보정을 위하여 스피들의 위상에 따라서 미리 예측 저장된 액츄에이터의 구동 제어값  $U_{ff}(t)$ 를 출력한다. 액츄에이터(130)는 피드백 제어기(110)와 피드포워드 룩업테이블(120)로부터 나온 보상값들이 더해진  $U(t)$ 에 의해 디스크 상의 위치로 이동한다.
- <7> 편심 보정을 위한 종래의 디스크 드라이브 서보 시스템은, 스피들의 위상에 따라 나타나는 편심 성분을 보상하는 보상값을 피드포워드 룩업테이블(120)에 저장하고 있다가 피드백 제어기(110)의 동작에 따른 제어값에 그 보상값을 더한 결과를 액츄에이터(130) 구동 제어값으로서 출력하는 것으로 편심에 대한 보정을 수행한다.
- <8> 디스크 드라이브 서보 시스템에 존재하는 편심은 디스크의 재생 속도가 변화할 때

그 크기는 일정하지만 주파수 성분이 변화하는 특징을 갖는다. 한편, 액츄에이터의 주파수 응답 특성에 따라 디스크의 재생 속도 변화가 시스템에 미치는 편심의 영향이 달라 지므로 디스크의 재생 속도가 변하는 경우 효과적인 대응을 위해서는 피드포워드 룩업 테이블의 정보를 매번 새롭게 갱신해야 한다. 재생 속도가 고배속인 경우 편심이 커져 피드백 제어기만으로는 트래킹 제어가 이루어지지 않게 되어 고배속에 대한 피드포워드 룩업 테이블의 정보 갱신이 이뤄지지 않아 액츄에이터의 편심 보정이 불가능하게 되는 문제점이 있다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

- <9> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는, 특정 재생 속도에서 얻어진 피드포워드 룩업 테이블의 보상 정보에 대해 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 크기와 위상을 보상하는, 디스크 드라이브 시스템의 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치를 제공하는데 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

- <10> 상기 과제를 해결하기 위한, 디스크상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드의 위치를 결정하는 액츄에이터를 구동하기 위한 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치는, 디스크 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 오차(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단; 오차 검출 수단으로부터의 위치 에러값을 받아 헤드의 실제 위치를 변경하여 위치 에러를 보상하는 제1보상제어부; 디스크를 회전시키는 스피ن들의 위상에 따라 위치 에러를 보상하는 액츄에이터의 제2의 구동 제어값을 생성하여 출력하는 제2보상제어부; 디스크의 재생속도에 따라 상기 제2보상제어부로부터 출력되는 구동 제어값의 크기와 위상을 조정



하여 출력하는 이득/위상 조정부를 포함하고, 상기 제1보상제어부와 상기 이득/위상 조정부로부터 각각 출력되는 신호들이 합해져서 상기 액츄에이터의 구동신호가 됨을 특징으로 한다.

<11>       상기 제2보상제어부는, 피드포워드 룩업 테이블로서, 디스크의 소정 재생속도에서 예측되는 액츄에이터의 이득/위상 보정값을 저장한 것임이 바람직하다.

<12>       상기 이득/위상 조정부는, 상기 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 상기 제2보상 제어부로부터의 출력값을 보상하는 것임이 바람직하다.

<13>       이하에서 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

<14>       도 2는 본 발명의, 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치의 구성 블록도로서, 이러한 편심 보정 장치는, 액츄에이터(200), 오차검출수단(210), 제1보상제어부(220), 제2보상제어부(230) 및 이득/위상 조정부(240)를 포함한다.

<15>       액츄에이터(200)는 디스크 상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드(픽업 헤드 등)의 위치를 결정한다. 디스크의 재생 속도에 따라 시스템에 미치는 편심의 영향이 달라지므로 액츄에이터(200)의 구동시 이러한 편심의

영향에 따른 에러에 대한 적절한 보상 제어가 필요하게 된다. 오차 검출 수단(210)은 디스크상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 오차(위치 에러)를 검출한다. 제1보상제어부(220)는 오차 검출 수단(210)으로부터의 위치 에러값을 받아 헤드의 실제 위치를 변경하여 위치 에러를 보상하는 액츄에이터 구동제어값을 생성하여 출력한다. 제1보상제어부(220)에서의 구동제어값은 여러가지 가능한 제어 알고리즘을 이용하여 구현된다. 제1보상제어부(220)는 디스크상의 기준 신호와 액츄에이터의 실제 신호, 즉 헤드의 실제 위치 정보를 입력 받아 그에 따른 보상 제어를 수행하는 피드백 제어부이다. 제2보상제어부(230)는 특정 재생 속도에서 디스크상의 편심등과 같은 주기적 외란에 따른 액츄에이터(200)의 한 주기 동안의 위치 에러를 보상하기 위한 제어 입력값들을 저장한다. 여기서의 제어 입력값들이란, 특정 재생 속도에 따른 위상 및 이득에 대한 보상값들을 의미한다. 제2보상제어부(230)는 제어 시작전에, 소정 시뮬레이션이나 사전 실험 또는 경험등에 의해 추정된 예측되는 보상값들을 미리 저장해 둔 피드포워드 룩업 테이블이다. 이득/위상 조정부(240)는 제2보상제어부(220)로부터의 출력값에 대해 액츄에이터(200)의 주파수 응답 특성에 따른 위상 및 이득의 보상값을 산출하여 출력한다. 디스크의 재생 속도가 소정 값 이상이 되기 전까지 액츄에이터(200)는 재생 속도 변화에 대해 일정한 위상 및 이득을 유지하지만, 재생 속도가 그 소정 값 이상이 되면 이득이 낮아지고 위상차가 커지는 등 액츄에이터의 제어 특성이 현저히 달라지게 된다. 이득/위상 조정부(240)는 액츄에이터(200)의 재생 속도 변화에 따른 특성, 즉 주파수 변화에 따른 특성을 이용하여 디스크가 어떤 재생 속도가 되더라도 그 이득 및

위상에 대한 제2보상제어부(220)로부터의 출력값을 보상하는 조정값을 산출할 수 있도록 된다. 액츄에이터(200)는 제1보상제어부(220)에서 에러 보상된 제어값과 이득/위상 조정부(240)로부터 산출된 조정값을 더한 값에 의해 구동된다.

<16> 도 3(a) 및 도 3(b)는 주파수에 따른 액츄에이터의 응답 특성의 일례를 도시한 그 래프로서, (a)는 주파수에 따른 이득을, (b)는 주파수에 따른 위상을 보인다. 디스크의 재생 속도가 변화하더라도 액츄에이터(200)의 주파수 응답을 알면, 제2보상제어부(220)에 미리 예측하여 저장된 보상값들이 디스크의 낮은 재생속도상에서의 보상값들이라 하더라도, 재생 속도 변화시 제2보상제어부(220) 출력값에 대한 보상값을 산출할 수 있게 된다.

<17> 이하에서 도 2에 도시된 본 발명의 실시예에 대한 동작을 설명한다.

<18> 스피들의 위상에 따른 피드포워드 룩업 테이블을 사용하여 편심을 보정하는 것은 여러가지 방법으로 구현된다. 그 예로서 학습제어 방식에 따른 편심 보정을 다룬 국내 특허 출원번호 2000-0049866(2000년 8월 26일)를 들 수 있다. 도 2의 제1보상제어부(220)에 해당하는 피드백 제어기가 잘 작동하는 특정 재생 속도에서는 편심 보정을 위한 피드포워드 룩업 테이블의 정보에 대해 트래킹 에러시 나타나는 트래킹 에러 신호를 이용하여 다양한 방법으로 추정이 가능하다. 만일, 편심 보정을 위한 피드포워드 룩업 테이블의 정보가 정확하게 추정된 경우에는 트래킹 에러의 크기는 0이 되고 피드포워드 룩업 테이블은 다음의 수학식 1과 같이 얻어진다.

<19> 【수학식 1】

$$U_{ff}(s) = \frac{D(s)}{G(s)}$$

<20> 여기서,  $U_{ff}(s)$ ,  $D(s)$ ,  $G(s)$ 는 각각  $U_{ff}(t)$ ,  $d(t)$ ,  $g(t)$ 의 라플라스 변환이며, 각각 피드포워드 룩업 테이블로부터의 출력, 편심 및 액츄에이터의 주파수 특성을 나타낸다. 편심을 나타내는  $D(s)$ 는 디스크의 재생 속도에 따라 크기와 위상은 일정하지만 주파수 성분이 변화한다는 성질을 갖는다. 한편, 액츄에이터의 변환 함수  $G(s)$ 는 도 3에서 보인 바와 같이 주파수의 증가에 따라 이득이 감소하고 위상이 지연되는 주파수 응답 특성을 나타낸다. 수학적 식 1에 의해 디스크의 특정 재생 속도에서 얻어진 피드포워드 룩업 테이블 값을, 재생 속도 변화에 따라 편심의 크기와 이득이 같다는 이유로 다른 재생 속도(일반적으로 보다 높은 고배속의 재생 속도)에 적용하면, 그 재생 속도에 따른 액츄에이터의 주파수 응답 특성에 따른 실질적인 이득 감소 및 위상 지연이 반영되지 않아 피드포워드 룩업 테이블 값을 정확한 보상값으로 사용할 수 없다. 그러므로 특정 재생 속도에서 얻어진 피드포워드 룩업 테이블의 정보는 재생속도의 차이가 크게 나는 경우 동일하게 적용할 수 없다. 따라서 본 발명에서는  $G(s)$ 인 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 특정 재생 속도에서 피드포워드 테이블의 정보가 얻어졌으면 그 테이블 정보를 재생 속도가 변화할 때마다 갱신하지 않고도, 이득/위상 조정부(240)에서 주파수 변화에 따른  $G(s)$ 의 이득 감소분과 위상 지연분을 보상할 수 있다. 즉, 저배속에서 얻어진 피드포워드 룩업 테이블의 정보를 고배속에서도 이용 가능하며, 이때 액츄에이터의 주파수 응답 특성에 따라 주파수 변화에 의한 이득 감소분과 위상 지연분을 이득/위상 조정부(340)에서 제공하는 것이다..

#### 【발명의 효과】

<21> 본 발명에 따르면, 디스크의 재생 속도 변화시 특정한 재생 속도하에서 편심 보정을 위해 예측된 액츄에이터의 구동 제어값을 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여

보상해 줌으로써 한 번 예측된 제어값을 그대로 이용하여 변화된 재생 속도하에서도 간단하게 편심 보정을 수행할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

디스크상에 데이터를 기록하거나 기록된 데이터를 재생하기 위한 헤드의 위치를 결정하는 액츄에이터를 구동하기 위한 디스크 드라이브 서보 시스템의 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치에 있어서,

디스크 상의 기준 위치와 헤드의 실제 위치 사이의 오차(위치 에러)를 검출하기 위한 오차 검출 수단;

오차 검출 수단으로부터의 위치 에러값을 받아 헤드의 실제 위치를 변경하여 위치 에러를 보상하는 제1보상제어부;

디스크를 회전시키는 스피ن들의 위상에 따라 위치 에러를 보상하는 액츄에이터의 제2의 구동 제어값을 생성하여 출력하는 제2보상제어부;

디스크의 재생속도에 따라 상기 제2보상제어부로부터 출력되는 구동 제어값의 크기와 위상을 조정하여 출력하는 이득/위상 조정부를 포함하고,

상기 제1보상제어부와 상기 이득/위상 조정부로부터 각각 출력되는 신호들이 합해져서 상기 액츄에이터의 구동신호가 됨을 특징으로 하는 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치.

**【청구항 2】**

제1항에 있어서, 상기 제2보상제어부는,

피드포워드 룩업 테이블로서, 디스크의 소정 재생속도에서 예측되는 액츄에이터의

이득/위상 보정값을 저장한 것임을 특징으로 하는 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치.

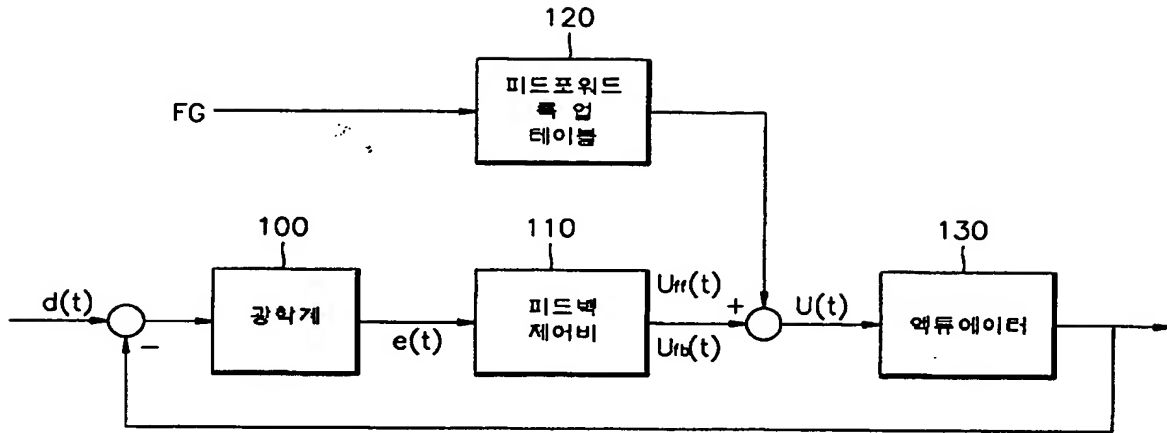
**【청구항 3】**

제1항에 있어서, 상기 이득/위상 조정부는,

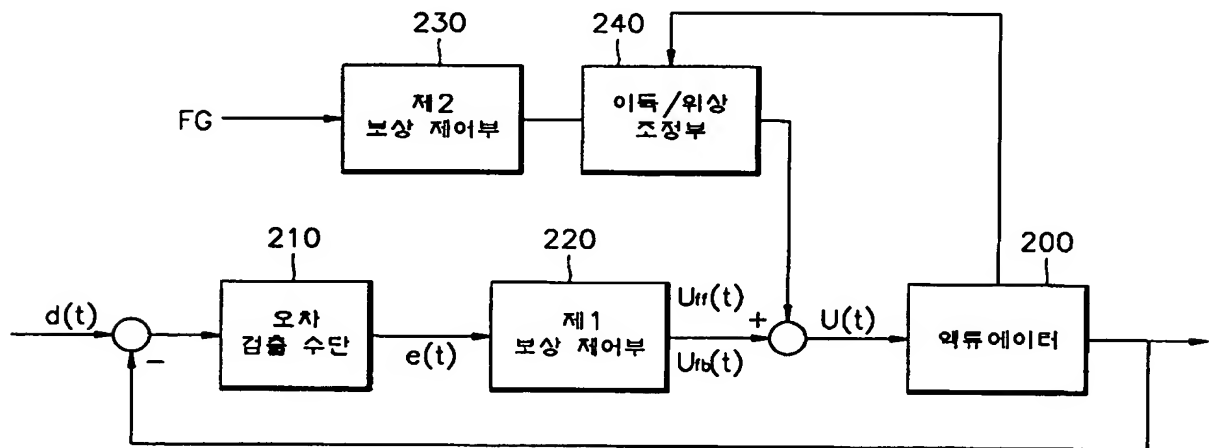
상기 액츄에이터의 주파수 응답 특성을 고려하여 상기 제2보상 제어부로부터의 출력값을 보상하는 것임을 특징으로 하는 액츄에이터 주파수 응답 특성을 이용한 편심 보정 장치.

## 【도면】

【도 1】



【도 2】





【도 3】

